

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



*Una Institución Adventista*

**Aplicación de microorganismos eficaces para reducir la  
concentración de materia orgánica en aguas residuales  
industriales de la Empresa Avícola Selva S.A, provincia de San  
Martín- 2019**

Por:

Roland Renato Vidaurre Moreno

Asesor:

Mg. Dayani Shirley Romero Vela

**Tarapoto, diciembre de 2019**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

*Mtra. Dayani Shirley Romero Vela*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Aplicación de microorganismos Eficaces para reducir la concentración de materia orgánica en aguas residuales industriales de la empresa avícola Selva S.A, Provincia de San Martín - 2019”** constituye la memoria que presenta los estudiantes Roland Renato Vidaurre Moreno; para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 02 días, del mes de diciembre del año 2019.



---

Mtra. Dayani Shirley Romero Vela

Asesor

Aplicación de Microorganismos Eficaces para Reducir la  
Concentración de Materia Orgánica en Aguas Residuales Industriales  
de la Empresa Avícola Selva S.A, Provincia de San Martín- 2019

## TRABAJO DE INVESTIGACION

Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental

### JURADO CALIFICADOR



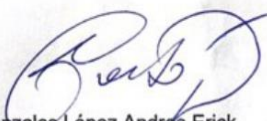
Mg. Delbert Eleasii Condori Moreno  
Presidente



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo  
Secretario



Mtra. Dayani Shirley Romero Vela  
Asesor



Mg. Gonzales López Andres Erick  
vocal

Morales, 2 de diciembre del 2019

## Resumen

El tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria a nivel mundial, ya que es importante disponer de agua de calidad y en cantidad suficiente, conociendo que solo el 20% de las aguas residuales reciben un tratamiento según (Obras Inmovilidad , 2017), llevando este a crear la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías para depuración, la aplicación de microorganismos es una alternativa de tratamiento por el bajo costo que este tiene, la mayoría de las empresas avícolas cuentan con un sistema de atrapa grasas pero no para otros parámetros que te exige la normativa.

**Objetivos:** Analizar la actividad de los microorganismos eficaces frente a la concentración de materia orgánica en las aguas residuales de un avícola.

**Material y métodos:** Se evaluó la actividad antimicrobiana mediante el método de Aplicación del microorganismo directamente en el sistema de la fuente.

**Resultados:** Se analizaron los siguientes parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los parámetros analizados en el agua residual tratada muestran una reducción del 50 % de contaminación en los parámetros de contaminación y los parámetros externos a la investigación presentaron reducción del 98% en Aceites y grasas, demostrando así con los resultados que los parámetros medidos en la presente investigación a pesar de que muestran una significativa reducción no están dentro de los Límites Máximos Permisibles, el parámetro externo de la investigación que fue Aceites y grasas mostro una reducción importante los análisis preliminares, llegando a estar dentro de los LMP, y así mismo el parámetro de DQO presento mejor relación con los microorganismos

**Palabras claves:** aguas residuales; microorganismos; avícola; materia orgánica; contaminantes.

## **Abstract**

The treatment of wastewater is a priority issue worldwide, since it is important to have water of sufficient quality and quantity, knowing that only 20% of wastewater receives a treatment, leading to create the need to develop new technologies for purification, the application of microorganisms is an alternative treatment because of the low cost that it has, The majority of businesses avícolas have a system to trap fats, but not for other parameters that the law requires .

The treatment of wastewater is a priority issue worldwide, since it is important to have water of sufficient quality and quantity, knowing that only 20% of wastewater receives a treatment, leading to create the need to develop new technologies for purification, the application of microorganisms is an alternative treatment because of the low cost that it has, The majority of businesses avícolas have a system to trap fats, but not for other parameters that the law requires.

Results: the following parameters were analyzed chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), the parameters analyzed in the treated wastewater they show a 50% reduction in contamination in the pollution parameters and the external parameters to the investigation showed 98% reduction in Oils and fats, thus demonstrating with the results that the parameters measured in the present investigation despite that show a significant reduction are not within the Maximum Permissible Limits, the external parameter of the investigation that was Oils and fats showed a significant reduction the preliminary analyzes, becoming within the LMP, and likewise the COD parameter I present Better relationship with microorganisms.

.

**Keywords:** *wastewater; microorganisms; poultry; organic material; pollutants*

## 1. Introducción

Por mucho tiempo las aguas residuales generaron impactos negativos tanto en el ambiente como en la salud de las personas (Caldera, Gutiérrez, & Luengo, 2010). Para estar dentro del marco normativo es necesario implementar sistemas y metodologías necesarias para mitigar y minimizar dichos impactos, pero el gasto generado por los sistemas, no es factible contar con una planta de tratamiento de aguas residuales.

. Por ende, se necesita estrategias que no afecten tanto a la empresa como al medio ambiente.

Para la presente investigación se utilizó la tecnología de los microorganismos eficientes, debido a que el costo de esta tecnología es económico para las empresas, permitiendo analizar la demanda química de oxígeno - DQO y demanda bioquímica de oxígeno-DBO, evaluar la eficiencia de esta y reducir su concentración, conociendo que el uso de estos Microorganismos Eficaces reduce la concentración de materia orgánica en las aguas residuales industriales siendo un antioxidante y probiótico con amplio abanico de usos gracias a los microorganismos que lo componen, que actuando de manera sinérgica generan sustancias benéficas como antioxidantes, aminoácidos, vitaminas, enzimas y ácidos orgánicos para reducir la (DBO) y la población de patógenos en efluentes, reduciendo significativamente su impacto en los cursos de agua donde se vierten y el ambiente en general (Teruo, 1982).

La investigación *“Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas”* (Romero & Vargas, 2017) obtuvo resultados como la disminución de demanda química de oxígeno, lo que significa que los microorganismos son capaces de interactuar con la materia orgánica del agua.

Las empresas del rubro de avícolas generan residuos, que generalmente son grasas de las mismas aves, las cuales necesitan un tratamiento posterior, el sistema que usan para el

tratamiento son, trampa atrapa grasas, que es un receptáculo ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente o punto generador del residuo líquido y las alcantarillas, esta permite la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada y evita que estos materiales ingresen a la red de alcantarillado público o cuerpos receptores, de las cuales los parámetros de aceites y grasas tienen mayor interacción con el sistema (hidroplayas, 2006)

Para que no exista mayor afectación económica a una empresa, se debe usar tratamientos económicos sin que la misma incumpla la ley por ello se usa la tecnología de Microorganismos Eficaces, la composición de los microorganismos eficaces están los grupos de interés para el tratamiento de aguas residuales, Bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas palustris*) , Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp.) y Levaduras (*Saccharomyces* sp), capaces de degradar y oxidar la materia orgánica, generando compuestos orgánicos y producir aminoácidos, ácidos orgánicos y sustancias bioactivas como hormonas, vitaminas y azúcares empleados por otros microorganismos, heterótrofos en general, como sustratos para incrementar sus poblaciones. (Beltrán Beltrán & Campos Riveros, 2016)

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Materiales y Equipos

Tabla 1:

#### *Materiales y Equipos*

Logística	Muestreo	Limpieza	EPPs	Equipos
Mapa de localización de la Industria Avícola	Coolers	Agua destilada	Guantes de nitrilo	Laptop
Mapas georreferenciados de todos los puntos a monitorear	Ice pack, refrigerantes	Papel toalla	Botas de jebe cortas	GPS
Hoja de registro de datos de campo	Preservantes	Alcohol	Chaleco de seguridad con cinta reflectiva pantalón, camisa de manga larga).	Impresora
Laptop	Frascos de plástico, vidrio transparente y/o imbar		Lentes, casco, gorra	Cámara
Marcadores de tinta indeleble, lapicero	Baldes de plástico transparente de primer uso y limpios			Tanques

*Fuente: Elaboración Propia*



## **2.2. Instrumentos**

El instrumento empleado en la presente investigación fue la cadena de custodia (validado por Inspection & Testing Services del Perú S.A.C)

## **2.3. Análisis de datos**

Decreto Supremo N°003-2010-MINAM Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

## **2.4. Metodología**

### **2.4.1. Etapa de Gabinete Inicial**

- a. **Planificación del monitoreo:** Se organiza en gabinete para diseñar las actividades del monitoreo y aplicación de los microorganismos el establecimiento de la red de puntos de monitoreo, los lugares por donde nos vamos a dirigir, la ubicación exacta del área de monitoreo mediante el uso del programa ArcGIS, Google Earth Pro, etc., así como los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, preparación del, materiales, preservantes, registro de Datos de Campo, verificar la manera correcta de trasladar el equipo de trabajo y la tomas de muestra de cada punto.
  
- b. **Planificación para el uso de microorganismos:** Se realizará la previa activación de los microorganismos 1 semana antes de la aplicación, en las cuales se activará en un balde de 20lt, en donde se colocará 18 litros de agua sin cloro, 1 lt de microorganismos y 1 lt de melaza hasta completar la capacidad del balde de 20 lt, posteriormente se sellará el balde para el proceso de activación de manera anaerobia por una semana.

#### 2.4.2. Etapa de Campo

- a. **Uso de materiales:** Se tomará 2 muestras de aguas residuales, una con microorganismos y otra sin tratamiento, para verificar el grado de efectividad entre el tratamiento y el agua residual sin tratamiento.
- b. **Aplicación de los microorganismos:** La aplicación de microorganismos activados previamente se hará en proporción de 1 lt de microorganismos por cada 20 lt de agua residual, se aplicará una sola vez, y se esperará por una semana, directamente en el sistema de efluentes:
  - La aplicación de los microorganismos será al costado de la planta avícola donde el agua residual no entra a ningún tratamiento previo.
  - El tratamiento de los microorganismos será en la parte posterior de la avícola.
  - La proporción para el tratamiento es 1 lt de microorganismos activados por 20 lt de agua residual.
  - El tratamiento se llevará acabo con un tanque de 2500 lt en el cual estará 2475 lt de agua sin cloro y 125lt de microorganismos para completar la capacidad del tanque y lograr la proporción de 1lt de microorganismos por cada 20lt de agua residual.
- c. **Toma de muestra:** Para la toma de muestra se utilizó en el protocolo de monitoreo RJ N°010-2016-ANA, se siguió los procedimientos establecidos en el protocolo:

- **Indumentaria:** Guantes descartables, Botas de jebe y Mascarilla para gases.
- **Materiales:** Cooler, Envases rotulados, gel refrigerante, cinta de embalaje
- **Cadena de custodia**

d. **Preservación de la muestra:** Una vez recolectadas las muestras en los recipientes se procede inmediatamente se colocará en el recipiente con el gel de baja temperatura para la preservación de las muestras, después de estar preservada la muestra se cierra herméticamente el recipiente.

e. **Llenado de la Cadena de custodia:** Se considera los siguientes datos: como el nombre de la persona que realizara el monitoreo, informaciones personales como correo electrónico, número de celular, los códigos de los puntos de monitoreo, clasificación del tipo de agua, las fechas y hora exacta de la ejecución de la toma de muestras, la cantidad de envases, lista de los parámetros a analizar por cada muestra y la firma de la persona responsable. Para su ingreso al laboratorio de análisis en el ice cooler, las muestras contenían la cadena de custodia debidamente llenada y protegida en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore dentro del cooler que contiene las muestras.

f. **Transporte de las muestras:** Las muestras serán transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos

Superficiales por la Autoridad Nacional del Agua, para el transporte se sella el Coolers de forma que asegure la integridad de las muestras. El envío y traslado de las muestras al laboratorio fue vía terrestre, por Courier, y entregadas al Laboratorio ITS (laboratorio acreditado).

- g. **Seguridad de la calidad de los resultados:** Los frascos serán almacenados dentro del Cooler de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los frascos de vidrio fueron embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte. Para su conservación, las muestras recolectadas se acondicionaron en el Ice Cooler bajo un adecuado sistema de enfriamiento ( $5^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C}$ ), refrigerado con ice pack y se mantuvo en la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.
- h. **Recepción de las muestras:** En el recojo de la muestra el laboratorio acreditado por INACAL ITS DEL PERU SAC. En la ciudad de Lima, se verificará el cumplimiento de los requisitos mínimos, de los cuales depende la calidad de los resultados que se espera.
- i. Post-monitoreo ITS DEL PERU SAC. acreditado por el INACAL.
- Procesamiento, revisión de datos de los análisis y elaboración del informe técnico del monitoreo.

### **2.4.3. Etapa de Gabinete Final**

#### **a. Procesamiento de resultados**

- Se recolecta toda la información de las dos temporadas de duración del monitoreo en el programa de Excel de todos los parámetros analizados y se procesa la información de manera detalla y ordenada

#### **b. Presentación de resultados**

- Presentación de los resultados con las respectivas comparaciones con la normativa ambiental vigente el D.S N°003 – 2010 MINAM.
- Uso de figuras y tablas con valores medios para determinar la variabilidad de los datos.

#### **c. Interpretación de resultados**

- Interpretación de los resultados será con el LMP el D.S N° 003 – 2010 MINAM en función a los objetivos y de los antecedentes de otros investigadores.

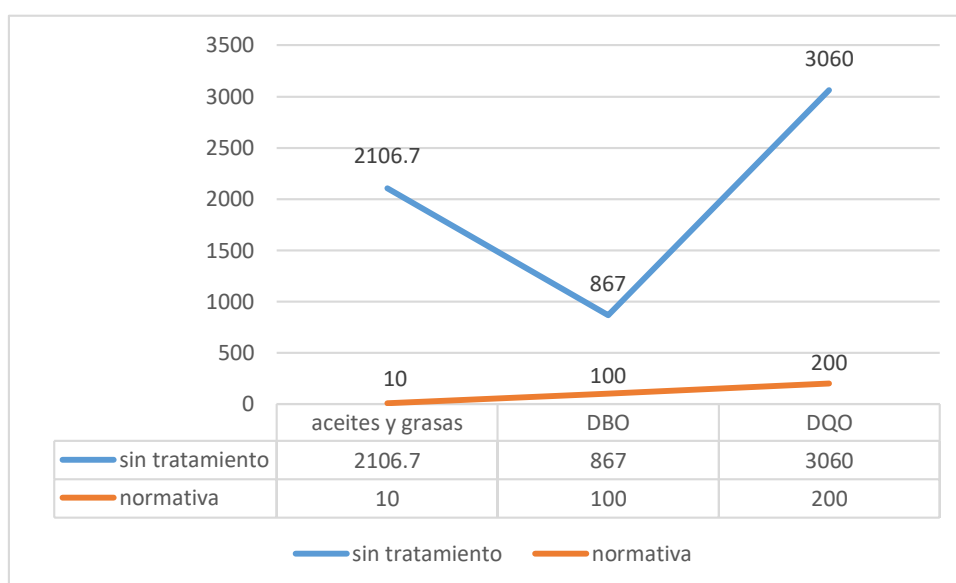
### 3. Resultados y Discusión

En los resultados se resume los datos compilados y el análisis de los datos que sean relevantes el discurso, presente con detalle los datos a fin de que pueda justificar las conclusiones.

#### 3.1. Análisis de parámetros físico-químicos y biológicos

Figura 1.

*Resultados del análisis sin tratamiento*



En el *gráfico 1* muestran resultados obtenidos con el agua residual sin tratamiento mostraron una elevada contaminación muy común en las plantas avícolas, en la cual se analizó los parámetros de coliformes, DBO, DQO y aceites y grasas, en investigación se debe analizar netamente DBO y DQO, pero se optó por analizar más del 50% de los parámetros existentes en el D.S 003-2010 MINAM.

En el resultado de DBO muestran 867 mg/L, DQO 3060 mg/L y aceites y grasas 2106.7 mg/L, sobrepasando la normativa establecida.

El caudal que presenta la planta avícola no es constante, por momentos el caudal aumenta y depende del comercio que se genera diariamente; como la empresa tiene un sistema de arrastre hidráulico.

Normalmente el abastecimiento de agua que necesita la empresa para que funcione el sistema de arrastre hidráulico, excede el consumo promedio, por lo que el caudal del agua residual varía.

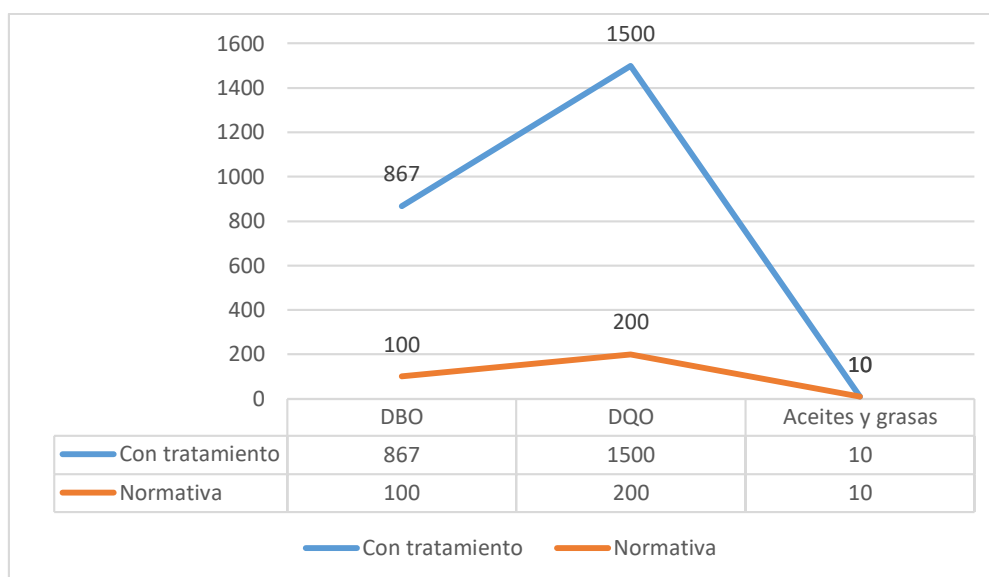
Los microorganismos tienen la capacidad de reducir los parámetros hasta el 90%, según Beltrán, B. (2016). en el cual se redujo en el 86% en los parámetros de DBO y DQO para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, los cuales cuentan con un sistema completo para reducir dichos parámetros.

Corroboramos la información en la investigación desarrollada por Beltrán, B. (2016), porque la función que tienen los microorganismos es reducir la carga de contaminación en dichos parámetros, siempre y cuando tenga mayor tiempo de retención, sin embargo, el sistema atrapa grasas que tiene la empresa, no está diseñada para tratar el agua contaminada.

### 3.2. Resultados de los análisis físico-químicos y biológicos con tratamiento

Figura 2.

*Resultados del análisis con tratamiento*



Los resultados presentados en el gráfico 2 presentan una reducción en los parámetros de DQO y el parámetro externo de Aceites y grasas, porque el sistema de tratamiento en el cual se realizó la investigación fue en un sistema de trampa atrapa grasas, las cuales por el diseño del sistema tuvo mejor relación con los microorganismos, el sistema de trampa atrapa grasas y el parámetro de aceites y grasas.

Los resultados presentes en el gráfico 2, es DBO 867 mg/L, DQO 1500 mg/L y aceites y grasas 10 mg/L

Los parámetros analizados en el agua residual tratada muestran una reducción de DBO (2.6%) y DQO (51%) y los parámetros externos a la investigación presentaron reducción en Aceites y grasas (98%), cerca de los límites máximos permitidos.

En la investigación presente de Ríos, G. (2016). Muestra una remoción de remoción en de demanda bioquímica de oxígeno, 63% (2176 mg/L) de demanda química de oxígeno y 92% (6906 mg/L) realizado en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en un sistema de lagunaje para retención y aplicación de microorganismos, la cual corroboramos



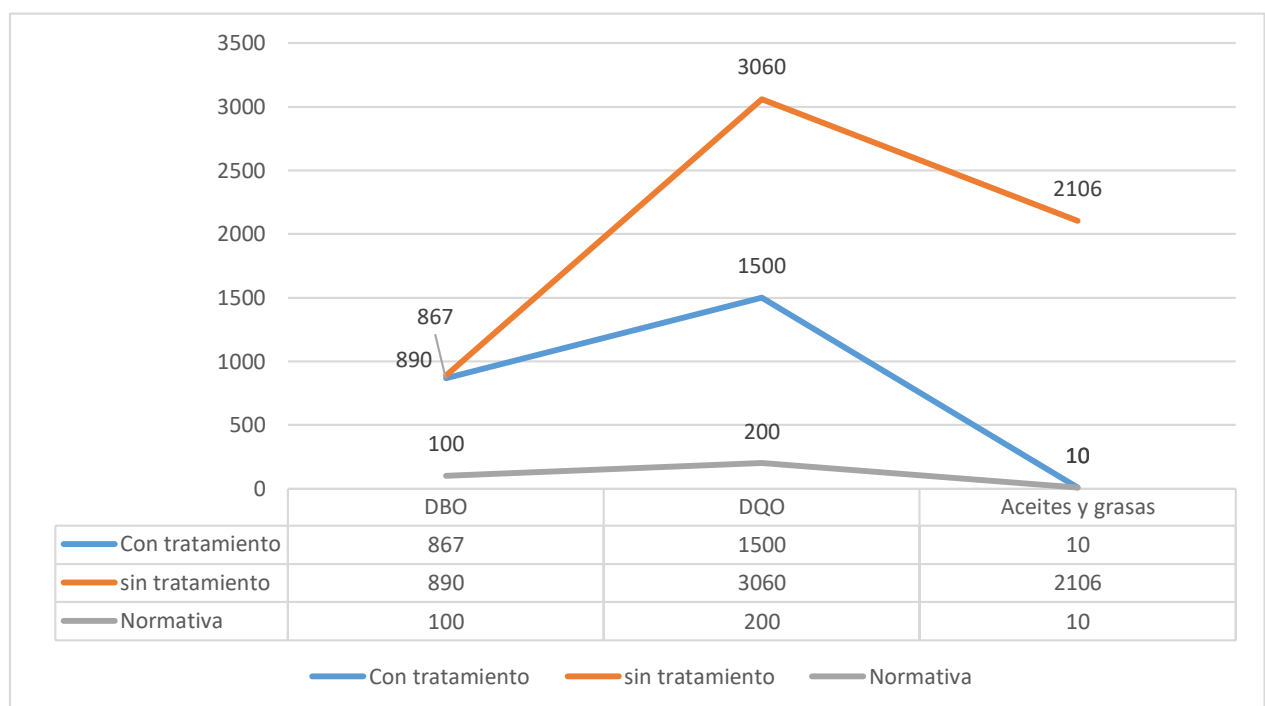
los resultados presentados en la investigación realizada en el sistema de lagunaje por que el sistema en el cual se realizó el tratamiento de la empresa Grupo Selva, solo cuenta con un sistema de trampa atrapa grasas, dicho sistema no cuenta con almacenamiento para tratar las aguas y dicho sistema no cuenta con los principios básicos de una PTAR, por el cual solo el parámetro externo a la investigación ( aceites y grasas) tuvo mejor resultados.

Los parámetros de interés dentro de la investigación fueron DQO y DBO , el parámetro que tuvo mejor interacción con los microorganismos y el sistema fue de DQO.

### 3.3. Comparación entre la normativa y los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos con tratamiento y sin tratamiento

Figura 3.

*Comparación de resultados con la normativa*



Los resultados que se muestran en el gráfico 3 se presenta la comparación de los resultados antes y después del tratamiento las cuales solo la variable externa a la investigación la cual fue aceites y grasas.

Según el D.S 003-2010-MINAM las concentraciones DBO( 200 mg/L) y DQO( 100 mg/L), en el presente gráfico ningún parámetro dentro de la investigación logró estar dentro de la normativa, solo la variable externa logró estar dentro de la normativa, por el mismo diseño que cuenta la empresa, en el cual se aplicó lo microorganismos

En la investigación presentada por Sánchez, M. (2014). la demanda bioquímica de oxígeno fue altamente removida en un 69,4 % y la demanda química de oxígeno mostró una disminución del 40,68%, se corrobora los resultados obtenidos en la investigación presentada como discusión, debido al tipo de tratamiento que se realizó en una PTAR, las cuales cuentan con los requisitos de remoción de contaminantes, en la investigación presentada en la empresa Grupo Selva, no cuenta con un adecuado sistema de tratamiento.

Tabla 2

*Contraste del agua residual sin tratamiento con el agua residual con tratamiento para los conocimientos actitudes y prácticas respecto a los parámetros los Límites Máximos Permitidos.*

CAP	Sin tratamiento	Con tratamiento	Diferencia	%
DBO	890	867	23	2.6
DQO	3060	1500	1560	51
Aceites y grasas	2106	10	1900	90.2

*Nota:* IC = Intervalo de confianza; CAP = Conocimientos, actitudes y prácticas.

#### **4. Conclusiones**

La fuente de contaminación que se genera en la planta de la empresa Grupo Selva son todos desechos orgánicos, en el agua residual sin tratar se notó la presencia de malos olores y presencia de grasas que se forman en la superficie, la cual también causa inconvenientes en la empresa por los olores, los mismos trabajadores no se sentían cómodos con la presencia de esos olores, las cuales indirectamente puede causar malestar en los trabajadores, para las cuales se intervino para la reducción de contaminación las cuales tuvo un efecto en los olores, las cuales se disminuyó a tal punto de ser eliminada en su totalidad.

En la presente investigación tuvimos percances sobre el tipo de sistema en la cual se aplicó el tratamiento, la cual era una trampa atrapa grasas, en ella solo se podía sacar el material excedente la cual era la materia orgánica que estaba en la superficie, se comparó con la normativa DS 003-2010- MINAM y el parámetro externo a la investigación la cual fue aceites y grasas, y tuvo mejor interacción con los microorganismos, el tiempo de retención para que los microorganismos puedan actuar en la descomposición de materia orgánica, en los antecedentes que se mostraron todos cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales.

.Los parámetros estudiados en la presente investigación no están dentro de los Límites Máximos Permisibles del DS 003-2010-MINAM solo el parámetro de DQO presentó disminución de acuerdo a los análisis preliminares, sin embargo ningún parámetro relacionado a la investigación se redujo cerca a la normativa, porque el tratamiento donde se realizó no es una PTAR, y el flujo del caudal no se retiene para que los microorganismos puedan realizar el proceso de degradación y alteración de la calidad del agua residual, las cuales presentan un peligro para la salud pública porque es vertida en un cuerpo receptor, ignorando el grado de contaminación que presenta el agua residual, según la normativa si se supera los LMP puede ser sancionada la empresa trayendo complicaciones tanto económicas como legales.

## **Recomendaciones**

- Trabajar con distintas mediciones de dosis y tiempos de aplicación de los microorganismos, para conocer la relación exacta de este con las aguas residuales.
- El tiempo de retención deberá ser una semana y estar expuesta al sol para la mayor rapidez en la depuración de la materia orgánica.
- Los sedimentos que se generan en la trampa atrapan grasa deberá ser extraído solo el 50% para la activación de los lodos y generar mejor interrelación entre los microorganismos y la materia orgánica que está presente en las aguas residuales.
- Modificar el sistema para almacenar el agua residual en un área que pueda contener el caudal necesario por una semana.
- Utilizar el sistema de trampa atrapa grasas como un tratamiento primario, y el almacenamiento del agua por una semana, utilizarlo como tratamiento preliminar, posteriormente contar con una adecuada disposición al cuerpo receptor.

## 5. Referencias

Beltrán Beltrán, T. R., & Campos Riveros, C. M. (2016). *INFLUENCIA DE MICROORGANISMOS EFICACES SOBRE LA CALIDAD DE AGUA Y LODO RESIDUAL, PLANTA DE TRATAMIENTO DE JAUJA*. Huancayo.

Caldera, Y., Gutiérrez, E., & Luengo, M. (07 de 2010). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de industria avícola. *Maracaibo*. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

hidroplayas. (2006). TRAMPA DE GRASAS. *hidroplayas*.

Obras Inmovilidad . (22 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://obrasweb.mx/soluciones/2017/03/22/el-mundo-solo-trata-20-de-sus-aguas-residuales-alerta-la-onu>

Romero, J., & Vargas, D. (Diciembre de 2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382017000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008)

Teruo, H. (1982). Microorganismos eficaces. 4. Obtenido de [http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos\\_Eficaces\\_EM\\_Presentacion\\_breve.pdf](http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf)